

AF

Abstract of EP0588476

A video data compression system is described utilising frequency separation and quantization. The video data is separated into primary frequency components (components 4, 5, 6) and secondary frequency components (components 0, 1, 2, 3). The primary frequency components undergo fewer frequency separating stages ($N > M$) than the secondary frequency components. The quantization step width (Q_1, Q_2) applied to the differing primary and secondary components is varied in dependence upon the relative human visual responsiveness ($R(f_s)$) to the spatial frequency (f_s) represented by that component. In addition, those frequency components that have undergone fewer frequency separating stages are subject to a larger quantization step width than the other frequency components since the fewer frequency combination stages such frequency components will subsequently undergo has the result that the image degradation introduced by quantization is less noticeable. The system also includes entropy encoding (42) using selectable complementary encoding and decoding tables. The system is particularly applicable to recording and reproducing apparatus.

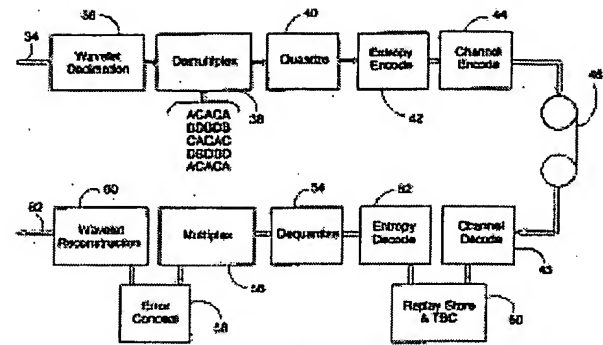


Fig.11

BEST AVAILABLE COPY



AF

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Übersetzung der
europäischen Patentschrift

51 Int. Cl.⁶:
H 04 N 7/24

97 EP 0 588 476 B 1

10 DE 693 24 538 T 2

- 21 Deutsches Aktenzeichen: 693 24 538.7
- 96 Europäisches Aktenzeichen: 93 305 592.3
- 96 Europäischer Anmeldetag: 16. 7. 93
- 97 Erstveröffentlichung durch das EPA: 23. 3. 94
- 97 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 21. 4. 99
- 47 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 21. 10. 99

DE 693 24 538 T 2

30 Unionspriorität:
9219716 17. 09. 92 GB

73 Patentinhaber:
Sony United Kingdom Ltd., Staines, GB

74 Vertreter:
Mitscherlich & Partner, Patent- und Rechtsanwälte,
80331 München

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR

72 Erfinder:
Wilkinson, James Hedley, Tadley, Hampshire RG26
6UN, GB

Vorlage	Ablage	01896
Haupttermin		
Eing.: 30. SEP. 2002		
PA. Dr. Peter Riebling		
Bearb.:	Vorgelegt.	

54 Bilddatenkompression

DE 693 24 538 T 2

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

27.05.99

SONY UNITED KINGDOM LIMITED

EP 93 305 592.3-2202

693 24 538.7-08

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Videodatenkompression.

5 Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf das Gebiet der Videodatenkompression, bei der eine Frequenztrennung und Quantisierung verwendet wird.

Die GB-A 2 251 756 (Sony Broadcast & Communications Limited) beschreibt ein System, bei dem eine Subband-Frequenztrennung und Quantisierung als Teil einer Datenkompressionsprozesses verwendet wird. Die Subband-Frequenztrennung wird dazu verwendet, die
10 Videodaten in räumliche Frequenzkomponenten einer gleichen Größe innerhalb des zweidimensionalen räumlichen Frequenzbereichs zu dekorrelieren. Die räumlichen Frequenzkomponentendaten werden dann einem Quantisierungsprozeß unterworfen, wodurch die Daten, die die räumlichen Frequenzen darstellen, für die das menschliche Wahrnehmungssystem weniger empfindlich ist, stärker quantisiert werden als die anderen räumlichen Frequenzkomponentendaten.
15 Der Quantisierungsgrad, der bei jeder räumlichen Frequenzkomponente angewandt wird, wird so gewählt, daß er einer empirisch-festgelegten Beziehung zwischen der relativen menschlichen Wahrnehmungs-Empfänglichkeit bei unterschiedlichen räumlichen Frequenzen folgt. Allgemein werden die unteren räumlichen Frequenzkomponenten weniger quantisiert als die höheren räumlichen Frequenzkomponenten.

20 Ein weiteres Videodaten-Kompressionssystem ist in IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Band 1, Nr. 2, Juni 1991, Seite 174 bis 183, "Sub band Coding Algorithms for Video Applications: Videophone to HDTV-Conferencing" durch Hamid Gharavi beschrieben. Im Gegensatz zu oben wird ein Videokompressionssystem offenbart, welches die Daten in Subbandkomponenten im zweidimensionalen räumlichen Frequenzbereich einer nicht-gleichförmigen Größe trennt. Diese Form einer Frequenztrennung ist auch
25 als "wavelet"-Codierung bekannt. Die frequenz-getrennten Daten werden über einen Quantisierer zu einem Pufferspeicher geführt. Der Pufferspeicher wird laufend mit den komprimierten Daten geladen und laufend entladen, wenn die Daten zur Übertragung gelesen werden. Der Quantisierungsgrad wird auf der Basis der freien Kapazität innerhalb des Pufferspeichers gesteuert, um so eine nachteilige Bereichsüberschreitung oder Bereichsunterschreitung des Pufferspeichers zu vermeiden.
30

Signal Processing: Image Communication, Band 2, Nr. 3, Oktober 1990, Seite 259 bis 268, M. Pecot et al.: "Compatible Coding of Television Images, Part 2, Compatible Sy-

stem" offenbart ein Videosignal-Kompressionssystem, bei dem Subbänder so quantisiert werden, wievielen Frequenztrennstufen sie unterzogen wurden. Alternativ dazu kann ein Wichten unter Bändern bei Berücksichtigung eines Psycho-Wahrnehmungs-Kriteriums durchgeführt werden.

5 Ein ständiges Ziel innerhalb von Videodaten-Kompressionssystemen besteht darin, einen höheren Datenkompressionsgrad bei einem reduzierten Grad der Abnahme bezüglich der Bildqualität bei der Dekompression zu erzielen. Allgemein ausgedrückt gilt, daß, um so höher der verwendete Kompressionsgrad ist, desto größer die Verschlechterung des Bilds wird, wenn dieses dekomprimiert wird. Insbesondere können höhere Kompressionsgrade dadurch erreicht werden, daß eine stärkere Quantisierung (d.h., größere Quantisierungsschrittbreiten) verwendet wird, wobei jedoch die Quantisierung ein nicht-umkehrbarer Prozeß ist und die stärkere Quantisierung einen Anstieg der Verschlechterung des Bildes zur Folge hat, wenn dieses dekomprimiert wird.

15 Die EP-A 0 367 264 offenbart ein Videodaten-Aufzeichnungsgerät, bei dem die Daten räumlich gefiltert werden und als unterschiedliche Komponenten aufgezeichnet werden, wobei ein Multikanal-Aufzeichnungskopf verwendet wird.

Die EP-A 0 060 059 offenbart ein Videodaten-Verschiebungsverfahren, bei dem Pixelwerte umgeordnet werden, so daß die Pixel, die im Bild horizontal und vertikal benachbart sind, nicht im verschobenen Datenstrom benachbart sind.

20 Gemäß einem Gesichtspunkt liefert diese Erfindung ein Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät, welches eine Einrichtung zum Aufzeichnen von Videodaten auf einem Magnetband aufweist, mit:

einem Videodaten-Kompressionsgerät, welches umfaßt:

25 eine Einrichtung zur Frequenztrennung von Eingangsvideodaten in eine oder mehrere Primärkomponenten, wobei jede einen Bereich eines räumlichen Frequenzinhalts innerhalb der Eingangsvideodaten darstellt, wobei M Frequenztrennstufen verwendet werden, und mehrere Sekundärkomponenten, wobei jede einen Bereich eines räumlichen Frequenzinhalts innerhalb der Eingangsvideodaten darstellt, wobei die Sekundärkomponenten höhere räumliche Frequenzen als die Primärkomponenten aufweisen, wobei N Frequenztrennstufen verwendet werden, wobei N größer als M ist; und

einen Quantisierer zum Quantisieren jeder der Primärkomponenten mit einer Primärquantisierung-Schrittbreite Q_1 und zum Quantisieren jeder der Sekundärkomponenten mit

einer Sekundärquantisierung-Schrittbreite Q_2 , wobei Q_1 und Q_2 im wesentlichen gegeben sind durch:

$$Q_1 = K_1/R(f_1) \text{ und } Q_2 = K_2/R(f_2), \text{ mit}$$

$R(f_s)$ = relative menschliche Wahrnehmungs-Empfänglichkeit bei unterschiedlichen

5 räumlichen Frequenzen f_s ,

f_s = räumliche Frequenz in Zyklus pro Grad des Wahrnehmungswinkels,

f_1 = eine räumliche Frequenz, die diejenige Primärkomponente, die quantisiert wird, darstellt,

f_2 = eine räumliche Frequenz, die diejenige Sekundärkomponente, die quantisiert

10 wird, darstellt, und

K_1 und K_2 Konstanten sind, wobei $K_1 > K_2$, und

eine Einrichtung zur Wiedergabe von Videodaten, mit

einem Videodaten-Dekompressionsgerät, welches umfaßt:

einen Dequantisierer zur Dequantisierung jeder der einen oder mehreren Primär-

15 komponenten mit der Primärquantisierung-Schrittbreite Q_1 und zur Dequantisierung jeder der mehreren räumlichen Sekundärfrequenzkomponenten mit der Sekundärdequantisierung-Schrittbreite Q_2 , und

eine Einrichtung zur Frequenzkombinierung der dequantisierten Primärkomponen-

ten mit M Frequenzkombinationsstufen und der dequantisierten Sekundärkomponenten mit N

20 Frequenzkombinationsstufen; und außerdem umfaßt

Multikanalaufzeichnungs- und Wiedergabeköpfe;

einen Demultiplexer zum Aufspalten von benachbarten Abtastungen innerhalb jeder der Primärkomponenten und der Sekundärkomponenten zwischen verschiedenen Aufzeichnungskanälen; und

25 einen Multiplexer zum Kombinieren der Abtastungen von den unterschiedlichen Wiedergabekanälen, um jede der Primär- und der Sekundärkomponenten umzuformen.

Die vorliegende Erfindung erkennt und wertet aus, daß die wahrnehmbare Verschlechterung bei einem Bild aufgrund eines Fehlers (beispielsweise einer Abweichung vom wahren Wert, der durch Quantisierung verursacht wird) von der Anzahl der Interpolationsstufen abhängig ist, der dieser Fehler unterworfen ist, um das dekomprimierte Bild im räumlichen Bereich zu erzeugen. Eine Interpolationsstufe kann man so ansehen, daß sie den Frequenztrennungsbetrieb der Daten sowohl in der horizontalen als auch in der vertikalen Richtung bewirkt. Bei 64 Subbandkomponenten einer gleichen Größe, wie in der GB-A 2 251 756 offenbart ist,

wird jede Subbandkomponente drei Frequenzkombinationsstufen (Interpolationsstufen) (drei horizontalen und vertikalen Stufen) unterworfen, um diese in den räumlichen Bereich zurück zu transformieren. In jeder dieser Stufen wird sich irgendein vorhandener Fehler weiter im rekonstruierten Bild ausbreiten.

5 Bei einem derartigen Aufzeichnungs- und Wiedergabegerät ist es für einige Datenverluste üblich, daß sie aufgrund von Fehlern im Aufzeichnungsträger und dgl. auftreten. Die Kombination vom Demultiplexen von benachbarten Abtastungen innerhalb der Komponenten und die Tatsache, daß die Komponenten bevorzugt im räumlichen Frequenzbereich als im räumlichen Bereich (d.h., das Multiplexen nach der Wavelet-Codierung) sind, hat die Wirkung, die Codierwirksamkeit beizubehalten, während die Sichtbarkeit der Ergebnisse irgendwelcher Fehler, wenn diese Auftreten sollten, reduziert wird.

Im Falle der Frequenztrennung, bei der verschiedene Frequenzkomponenten einer unterschiedlichen Anzahl von Trennstufen unterzogen werden, was eine unterschiedliche Anzahl von Kombinationsstufen erfordert, wird die Wirkung eines bestimmten Fehlers in einer bestimmten Komponente in einer Weise variieren, die ausgewertet werden kann, um eine bessere Gesamtkompression zu erzielen. Insbesondere können diejenigen Frequenzkomponenten, die weniger Kombinationsstufen unterworfen werden, stärker quantisiert werden in bezug auf diejenigen, die mehreren Kombinationsstufen unterworfen werden. In der Praxis variiert der Quantisierungsgrad schon zwischen unterschiedlichen Frequenzkomponenten, wie in der GB-A 2 251 756 beschrieben, und diese Quantisierungsvariation zwischen Frequenzkomponenten wird weiter modifiziert, um die Relativzahl von Kombinationsstufen in Betracht zu ziehen, der jede Frequenzkomponente unterworfen wird.

In der GB-A 2 251 756 ist die Quantisierungsvariation zwischen Frequenzkomponenten umgekehrt proportional zur menschlichen relativen Wahrnehmungs-Empfänglichkeit bei der räumlichen Frequenzcharakteristik dieser Frequenzkomponente. Bei Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wird diese Beziehung so modifiziert, daß die Quantisierung proportional zu entsprechenden Konstanten K_1 und K_2 ist, wobei $K_1 > K_2$ ist, in Abhängigkeit von der Anzahl der Frequenztrennstufen und folglich der Frequenzkombinationsstufen, der die bestimmten Frequenzkomponente unterzogen wurde.

30 Die Erfindung erlaubt eine Verbesserung bei der Qualität des dekomprimierten Bildes für einen bestimmten Kompressionsgrad, oder alternativ eine Verbesserung des Kompressionsgrades für einen gegebenen Qualitätsgrad beim dekomprimierten Bild.

Es ist bekannt, Videokompressionssysteme bereitzustellen, bei denen die Frequenz-
trennung und Quantisierung mit der Entropie-Codierung kombiniert sind, beispielsweise der
Laufängencodierung, auf die die Huffman-Codierung folgt. Bei bevorzugten Ausführungsfor-
men der Erfindung ist ein Entropie-Codierer vorgesehen, um quantisierte Primär- und Sekun-
5 där-Komponentendaten, die von dem Quantisierer geliefert werden, mit einer auswählbaren
von mehreren Codiertabellen entropie-zu-codieren.

Das Anpassen der bestimmten gerade verwendeten Entropie-Codiertabelle an die
Frequenzkomponente, die gerade verarbeitet wird, erlaubt einen vorteilhaften Anstieg beim
erreichbaren Kompressionsgrad.

10 Die Mittel zur Frequenztrennung von gelieferten Videodaten könnten eine Anzahl
von Formen annehmen. Es ist jedoch besonders bequem, wenn die Sekundärkomponenten da-
durch erzeugt werden, indem eine oder mehrere Primärkomponenten weiter getrennt werden.

Man sieht also, daß die menschliche relative Wahrnehmungs-Empfänglichkeit $R(f_s)$
bei unterschiedlichen räumlichen Frequenzen f_s eine empirisch ermittelte Menge ist, die bei
15 mehreren Testobjekten gemessen wurde. Bei bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung
wurden jedoch gute Ergebnisse erzählt, wenn $R(f_s)$ im wesentlichen gegeben ist durch:

$$R(f_s) = a * (1 - e^{-b \cdot f_s}) * (e^{-c \cdot f_s} + (0,33 * e^{-0,33 \cdot c \cdot f_s})), \text{ mit}$$

$$0,8 < a < 1,2$$

$$1,4 < b < 1,8 \text{ und}$$

$$20 \quad 0,3 < c < 0,5$$

Die obige menschliche Empfänglichkeit $R(f_s)$ ist besonders für die Verwendung bei
Luminanzvideodaten geeignet, und wenn $a = 1,0$, $b = 1,6$ und $c = 0,4$.

Als eine Alternative können gute Ergebnisse auch erzielt werden, wenn $R(f_s)$ im
wesentlichen gegeben ist durch:

$$25 \quad R(f_s) = a * (1 - e^{-b \cdot f_s}) * e^{-c \cdot f_s}, \text{ mit}$$

$$1,15 < a < 1,55,$$

$$1,4 < b < 1,8 \text{ und}$$

$$0,25 < c < 0,45.$$

Diese Alternative ist insbesondere zur Verwendung bei Blau-Farbdifferenz-Chro-
minanzvideodaten geeignet, und wenn $a = 1,35$, $b = 1,6$ und $c = 0,35$.

Als weitere Alternative können gute Ergebnisse auch erzielt werden, wenn $R(f_s)$ im
wesentlichen gegeben ist durch:

$$R(f_s) = a * (1 - e^{-b \cdot f_s}) * e^{-c \cdot f_s}, \text{ mit}$$

$$1,5 < a < 1,9$$

$$1,4 < b < 1,8 \text{ und}$$

$$0,5 < c < 0,7$$

5 Diese Alternative ist besonders zur Verwendung bei Rot-Farbdifferenz-Chrominanzvideodaten geeignet, wenn $a = 1,7$, $b = 1,6$ und $c = 0,6$.

Das menschliche Auge ist weniger ansprechempfindlich auf das Blau-Farbdifferenzsignal als auf das Rot-Farbdifferenz- und Luminanzsignal. Dies kann man durch stärkere Quantisierung der Blau-Farbdifferenzsignale verwerten, um eine größere Kompression ohne eine schädliche Verschlechterung der Bildqualität bei der Dekompression zu erzielen. Bei einigen Systemen jedoch kann der Wunsch bestehen, das Blau-Farbdifferenzsignal zu verwenden oder dessen Informationsinhalt für ein Verfahren zu verwenden, das sich von der direkten Anzeige für die menschliche optische Wahrnehmung unterscheidet, beispielsweise der stromabwärtigen Farbintensität-Verschlüsselung. In diesem Fall ist es wünschenswert, die obige Blau-Farbdifferenzauflösung zu erhalten, die sonst durch die relative menschliche Wahrnehmungs-
15 Empfindlichkeit justiert würde.

Aus den obigen Ausführungen sieht man, daß dieses Kompressionsverfahren dazu verwendet werden kann, entweder oder sowohl die Luminanzvideodaten als auch die Chrominanzvideodaten zu komprimieren, wobei in diesem Fall die geeignete der obigen Beziehungen zwischen der menschlichen Wahrnehmungs-Empfindlichkeit und der räumlichen Frequenz
20 verwendet wird.

Obwohl die Anzahl von Frequenztrennstufen M und N variieren kann, hat man herausgefunden, daß es wünschenswert ist, daß $M = 1$ und $N = 2$.

In der Praxis wird jede Frequenztrenn- und Interpolationsstufe einen Fehler einbringen, und es wird somit ein vorteilhafter Ausgleich zwischen der verbesserten Dekorrelation und der Anzahl von Stufen, die eingebracht werden, erreicht, wenn $M = 1$ und $N = 2$.
25

Wie oben erklärt können die Frequenzkomponenten, die weniger Frequenztrennstufen und einer nachfolgenden Frequenztrennung unterworfen werden, Stufen sein, die stärker quantisiert werden als anderweitig erwartet werden würde. Man hat herausgefunden, daß es besonders geeignet ist, Ausführungen zu verwenden, bei denen K_1/K_2 in etwa gleich 2 ist.

30 Wie oben erklärt kann die Anzahl der Primär- und Sekundärkomponenten variieren, wobei man jedoch bei bevorzugten Ausführungsformen herausgefunden hat, daß es angenehm ist, daß die Einrichtung zur Frequenztrennung die Eingangsvideodaten in drei Primärkomponenten trennt, die einen hohen räumlichen Frequenzbereich der Videodaten darstellen,

und vier Sekundärkomponenten, die einen niedrigen räumlichen Frequenzbereich der Videodaten darstellen.

Man sieht auch, daß weitere Komponenten zusätzlich zu den Primär- und Sekundärkomponenten vorhanden sein können, beispielsweise bei einer dreistufigen "wavelet"-Codierung wird es Primär-, Sekundär- und Tertiärkomponenten geben. Die Bedeutung des Verfahrens basiert auf der relativen Quantisierung von Komponenten, die verschiedenen Trenngraden unterworfen werden.

Bei der bevorzugten Ausführungsform, bei der drei Komponenten und vier Sekundärkomponenten verwendet werden, ist es angenehm, daß die Primärkomponenten eine räumliche Auflösung haben, die zweimal so groß ist wie die der Sekundärkomponenten.

Wie oben angemerkt ist es vorteilhaft, daß die Einrichtung zum Trennen in einer Anzahl von verschiedenen Wegen durchgeführt werden kann. Bei den bevorzugten Ausführungsformen ist es jedoch angenehm, daß die Einrichtung zum Trennen eine Verzweigungshierarchie von Tiefpaß- und Hochpaßfiltern umfaßt. Diese Filter können eine sogenannte perfekte Rekonstruktion in der Weise liefern, die in der ebenfalls anhängigen britischen Patentanmeldung 9111782.0 (Sony Broadcast & Communications Limited) beschrieben ist.

Ein wirksamer Weg, Hochpaß- und Tiefpaßfilter zu bilden, besteht darin, daß die Hoch- und Tiefpaßfilter komplementäre FIR-Filter (Filter ohne Signallückführung) umfassen.

Wie oben erwähnt wird die Gesamtleistung des Systems verbessert, wenn die Entropie-Codierung verwendet wird. Somit umfaßt das Dekomprimiergerät in vorteilhafter Weise einen Entropie-Decodierer, um die komprimierten Daten in die quantisierten Primärkomponenten und die quantisierten Sekundärkomponenten mit einer auswählbaren von mehreren Decodiertabellen entropie-zu-decodieren.

Auf diese Weise können Codier- und komplementäre Decodiertabellen hergestellt werden, die zu den besonderen Komponenten, die zu verarbeiten sind, passen.

Um die Reproduktion eines Bildes in bestimmten Umständen zu unterstützen, beispielsweise durch Hin- und Herbewegung, bei dem nur ein Teil der Daten wiederhergestellt wird, ist es vorteilhaft, einen Formatierer bereitzustellen, um die komprimierten Daten in Datenblöcke zu formatieren, die jeweils einen Datenkopf enthalten, der eine räumliche Frequenzbereichsposition bestimmt, auf die sich die komprimierten Daten innerhalb des Blocks beziehen. Diese Datenblöcke können außerdem unabhängig gemacht werden, indem jeder Block Fehlerkorrekturdaten für diesen Block umfaßt.

Gemäß einem weiteren Merkmal liefert die vorliegende Erfindung außerdem auch ein Verfahren zur Komprimierung von Videodaten, welches folgende Schritte umfaßt:

Frequenztrennung von Eingangsvideodaten in eine oder mehrere Primärkomponenten, wobei jede einen Bereich eines räumlichen Frequenzinhalts innerhalb der Eingangsvideodaten darstellt, wobei M Frequenztrennstufen verwendet werden, und mehrere Sekundärkomponenten, wobei jede einen Bereich eines räumlichen Frequenzinhalts innerhalb der Eingangsvideodaten darstellt, wobei N Frequenztrennstufen verwendet werden, wobei N größer als M ist, und

Quantisierung jeder der Primärkomponenten mit einer Primärquantisierungsschrittbreite Q_1 und zum Quantisierten jeder der Sekundärkomponenten mit einer Sekundärquantisierungsschrittbreite Q_2 , dadurch gekennzeichnet, daß Q_1 und Q_2 im wesentlichen gegeben sind durch:

$$Q_1 = K_1/R(f_1) \text{ und } Q_2 = K_2/R(f_2), \text{ mit}$$

$R(f_i)$ = relative menschliche Wahrnehmungs-Empfänglichkeit bei unterschiedlichen räumlichen Frequenzen f_i ,

f_i = räumliche Frequenz in Zyklus pro Grad des Wahrnehmungswinkels,

f_1 = eine räumliche Frequenz, die diejenige Primärkomponente, die quantisiert wird, darstellt,

f_2 = eine räumliche Frequenz, die diejenige Sekundärkomponente, die quantisiert wird, darstellt, und

K_1 und K_2 Konstanten sind, wobei $K_1 > K_2$

Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt liefert die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Dekomprimierung von Videodaten, welches folgende Schritte umfaßt:

Dequantisierung jeder der einen oder mehreren Primärkomponenten, wobei jede einen Bereich des räumlichen Frequenzinhalts innerhalb der Eingangsvideodaten darstellt, mit einer Dequantisierungsschrittbreite Q_1 , und Dequantisierung jeder von mehreren Sekundärkomponenten, die jeweils einen Bereich eines räumlichen Frequenzinhalts innerhalb der Eingangsvideodaten darstellen, mit einer Sekundärdequantisierungsschrittbreite Q_2 ; und

Frequenzkombinierung der dequantisierten Primärkomponenten mit M Frequenzkombinationsstufen und der dequantisierten Sekundärkomponenten mit N Frequenzkombinationsstufen, wobei N größer als M ist;

dadurch gekennzeichnet, daß

Q_1 und Q_2 im wesentlichen gegeben sind durch:

$Q_1 = K_1/R(f_1)$ und $Q_2 = K_2/R(f_2)$, mit

$R(f_s)$ = relative menschliche Wahrnehmungs-Empfänglichkeit bei unterschiedlichen räumlichen Frequenzen f_s ,

f_s = räumliche Frequenz in Zyklus pro Grad des Wahrnehmungswinkels,

f_1 = eine räumliche Frequenz, die diejenige Primärkomponente, die quantisiert wird, darstellt,

f_2 = eine räumliche Frequenz, die diejenige Sekundärkomponente, die quantisiert wird, darstellt, und

K_1 und K_2 Konstanten sind, wobei $K_1 > K_2$

Eine Ausführungsform der Erfindung wird nun mittels eines Ausführungsbeispiels mit Hilfe der Zeichnungen beschrieben, in denen:

Fig. 1 ein Bild zeigt, welches in gleiche Subband-Komponenten im zweidimensionalen räumlichen Frequenzbereich transformiert wurde;

Fig. 2 die menschliche relative Wahrnehmungs-Empfänglichkeit auf Luminanzpegel bei unterschiedlichen räumlichen Frequenzen zeigt;

Fig. 3A und 3B die menschliche relative Wahrnehmungs-Empfänglichkeit auf R-Y- und B-Y-Farbdifferenz-Chrominanzsignalpegel bei unterschiedlichen räumlichen Frequenzen zeigt;

Fig. 4 ein Bild zeigt, welches in nicht-gleiche Frequenzkomponenten (Wavelet-Codierung) im zweidimensionalen räumlichen Frequenzbereich transformiert ist;

Fig. 5 ein zweistufiges Verfahren zeigt, um ein Bild in die Form zu transformieren, die in Fig. 4 gezeigt ist;

Fig. 6 Quantisierungsschrittbreiten zeigt, die auf unterschiedliche Frequenzkomponenten von Fig. 4 angewendet werden;

Fig. 7 die Veränderung der Quantisierungsschrittbreite zeigt, die dazu verwendet wird, Quantisierungsschrittbreitenwerte von Fig. 6 zu erzeugen;

Fig. 8 eine Verzweigungshierarchie von Tiefpaß- und Hochpaßfiltern zeigt, um die Frequenztrennung in nicht-gleiche Komponenten in einer Dimension durchzuführen;

Fig. 9 eine Form des Frequenztrennorgans zeigt;

Fig. 10 eine andere Form des Frequenztrennorgans zeigt;

Fig. 11 ein Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät zeigt;

Fig. 12 einen Datenblock zeigt, wie er durch das Gerät von Fig. 11 aufgezeichnet und reproduziert wird.

Fig. 1 zeigt ein Bild, welches in gleiche Subband-Komponenten im räumlichen Frequenzbereich transformiert ist. Das Bild ist in 8×8 Komponenten transformiert. Wenn man nach rechts oder nach unten innerhalb der Matrix von Komponenten läuft, entspricht dies einem Anstieg der räumlichen Frequenz. Die oberste am weitesten links liegende Komponente 2 entspricht in etwa dem DC-Inhalt des Bilds. Allgemein ausgedrückt gibt es sogar ohne Kompressionsprozeß mehr Information, die in den niedrigeren Frequenzkomponenten enthalten ist als in den höheren Frequenzkomponenten. Die Verwendung des Kompressionsprozesses reduziert weiter den Informationsinhalt der höheren Frequenzkomponenten in bezug auf die niedrigeren Frequenzkomponenten. Diese Dekorrelation wird dazu verwendet, ein effizientes Codieren zu erzielen, wobei im wesentlichen Verfahren wie die Lauflängen-Codierung und die Entropie-Codierung angewandt werden. Ein System, welches das Frequenztrennverfahren verwendet, wie dies in Fig. 1 gezeigt ist, ist ausführlicher in der GB-A 2 251 756 beschrieben. Fig. 2 zeigt die menschliche relative Wahrnehmungs-Empfänglichkeit $R(f_s)$ in bezug auf die Luminanz bei unterschiedlichen räumlichen Frequenzen f_s . Die räumliche Frequenz f_s wird in 15 Zyklen pro Grad des Wahrnehmungs-Winkels gemessen, um so unabhängig von dem Sichtabstand vom Videobild-Wiedergabegerät zu sein. Die relative Wahrnehmungs-Empfänglichkeit $R(f_s)$ wird empirisch bestimmt, wobei eine Schwellenwert-Testprozedur verwendet wird, wobei die Luminanzvariationen bei einer gegebenen räumlichen Frequenz bezüglich der Größe vergrößert werden, bis sie durch den Betrachter wahrgenommen werden.

Fig. 3A und 3B zeigen die menschliche relative Wahrnehmungs-Empfänglichkeit $R(f_s)$ auf die Chrominanz bei unterschiedlichen räumlichen Frequenzen in einer analogen Weise in bezug auf Fig. 2. Die Chrominanzsignale können B-Y- oder R-Y-Farbdifferenzsignale sein. Man sieht, daß die menschliche relative Wahrnehmungs-Empfänglichkeit auf die Chrominanz eine scharfe Spitze bei niedrigen räumlichen Frequenzen hat und schneller nach 0 in Richtung 25 auf die hohen räumlichen Frequenzen abnimmt.

Sowohl Fig. 2 als auch Fig. 3A und 3B zeigen die Veränderung bei der relativen Wahrnehmungs-Empfänglichkeit bei unterschiedlichen räumlichen Frequenzen (angegeben in Zyklen pro Grad des Wahrnehmungswinkels) in einer Dimension. Eine Fläche, die die menschliche relative Wahrnehmungs-Empfänglichkeit in bezug auf die räumliche Frequenz in zwei 30 Dimensionen kartographisch darstellt, kann dadurch erhalten werden, daß jede der Kurven von Fig. 2 und Fig. 3A und 3B um die $R(f_s)$ -Achse gedreht wird. Fig. 3A zeigt die R-Y-Farbdifferenz-Empfänglichkeit und Fig. 3B zeigt die B-Y-Farbdifferenz-Empfänglichkeit. Die Größe der

R-Y-Empfänglichkeit ist größer als die der B-Y-Empfänglichkeit im Einklang mit der empirisch ermittelten Beziehung, die oben besprochen wurde.

Fig. 4 zeigt ein Bild, welches in nicht-gleiche Frequenzkomponenten im zweidimensionalen räumlichen Frequenzbereich transformiert wurde. Dieses Bild wird in drei Primärkomponenten (Komponente 4, 5, 6) und vier Sekundärkomponenten (Komponente 0, 1, 2, 3) transformiert. Die Komponente 0 entspricht dem DC-Subband von Fig. 1. Eine jede der Sekundärkomponenten nimmt ein Viertel des Bereichs im räumlichen Frequenzbereich verglichen mit den Primärkomponenten ein. Eine Verschiebung nach rechts und nach unten im transformierten Bild entspricht einer Vergrößerung der räumlichen Frequenz. Die Primärkomponentenwerte einer Stufe werden der Frequenztrennung unterworfen und anschließend einer Stufe der Frequenzkombination, während die Sekundärkomponenten zwei Stufen einer Frequenztrennung und anschließend zwei Stufen einer Frequenzkombination unterworfen werden.

Fig. 5 zeigt die Stufen beim Frequenztrennprozeß. Ein Bild 4 im räumlichen Bereich wird zunächst einer komplementären Tiefpaß- und Hochpaßfilterung sowohl in der horizontalen als auch in der vertikalen Richtung unterworfen, um dieses in vier Primär-Subbänder im räumlichen Frequenzbereich 6 aufzuspalten (Stufe 1). Die niedrigste Frequenzkomponente 8 entspricht der DC-Komponente 2 von Fig. 1 und Fig. 2.

Lediglich die niedrigste Frequenzkomponente 8 wird dann einem weiteren Aufspalten durch die Tiefpaß- und Hochpaßfilter sowohl in der horizontalen als auch in der vertikalen Richtung unterworfen, um vier Sekundärkomponenten zu bilden (Stufe 2). Die Primärkomponenten (Komponenten 4, 5, 6) mit Ausnahme der niedrigsten Frequenzkomponente 8 bleiben während der Stufe 2 unverändert.

Die räumliche Frequenztrennung durch Tiefpaß- und Hochpaßfilterung umfaßt eine Verminderung der Abtastdaten, um so die Anzahl der Datenwerte konstant zu halten, die den besonderen Inhalt des Bildes in einem unterschiedlichen Bereich darstellen.

Fig. 6 zeigt die relativen Quantisierungsschrittbreiten, die bei den Primär- und Sekundärkomponenten angewandt werden. Die Quantisierungsschrittbreiten werden vergrößert, wenn die räumliche Frequenz ansteigt. Die Quantisierungsschrittbreiten für die Primärkomponenten sind doppelt so groß wie diejenigen, die verwendet werden würden, wenn diese lediglich auf die relative menschliche Wahrnehmungs-Empfänglichkeit bezogen würden, wie in Fig. 2 und 3 gezeigt ist. Die Quantisierungsschrittbreiten vergrößern sich bei einem Ansteigen der vertikalen räumlichen Frequenz weniger schnell, da das Bild im räumlichen Bereich ein verschachteltes Teilbild ist, und zwar bevorzugt zu einem vollen vertikalen Auflösungsvollbild.

Fig. 7 zeigt die Veränderung bei der Quantisierungsschrittbreite mit der räumlichen Frequenz, die bei Fig. 6 verwendet wird. Die Kurve ABC zeigt die Umkehrung der Kurven, die entweder in Fig. 2 oder 3 gezeigt sind, in Abhängigkeit davon, ob Luminanz- oder Chrominanzdaten gerade verarbeitet werden. Die Kurve ABC wird dazu verwendet, die Quantisierungsschrittbreiten in dem System, welches in der GB-A 2 251 756 offenbart ist, zu erzeugen. Im Gegensatz dazu wird bei dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Kurve DE verwendet, um die Quantisierungsschrittbreiten für die obere Hälfte der räumlichen Frequenzen herzuleiten. Bei einem bestimmten Punkt längs der Kurve BC stellt der entsprechende Punkt der gleichen räumlichen Frequenz längs der Kurve DE eine Verdoppelung der Quantisierungsschrittbreite dar. Dies ist eine Unstetigkeit bei BD.

Fig. 8 zeigt schematisch eine Verzweigungshierarchie von Tiefpaßfiltern und Hochpaßfiltern, die dazu verwendet werden können, eine nicht-gleiche Frequenztrennung durchzuführen. Eingangsvideodaten 10 werden in einen niedrigen Frequenzbereich 12 und einen Hochfrequenzbereich 14 durch die entsprechenden Tiefpaßfilter und Hochpaßfilter aufgespalten. Diese Niedrig- und Hochfrequenzbereiche 12, 14 werden so vermindert, daß sie die Gesamtdatenrate bewahren. Der Niedrigfrequenzbereich 12 wird weiter in einer zweiten Stufe von Tiefpaß- und Hochpaßfiltern aufgespalten, um einen Niederfrequenzbereich 16 und einen Hochfrequenzbereich 18 zu erzeugen. Die Niedrig- und Hochfrequenzbereiche 16 und 18 werden noch einmal so vermindert, um die Datenrate zu bewahren. Der Niedrigfrequenzbereich 14, der aus der ersten Stufe der Frequenztrennung resultiert, bildet eine Primärkomponente. Der Niedrig- und Hochfrequenzbereich 16, 18, der aus der zweiten Stufe der Frequenztrennung resultiert, bildet Sekundärkomponenten.

Die Frequenztrennung, die in Fig. 8 gezeigt ist, liegt in einer Dimension. Man sieht, daß die Frequenztrennung in der anderen Dimension mit einer anderen Verzweigungshierarchie von Filtern erzielt werden kann. Die verwendeten Filter sind FIR-Filter, die entweder Abtast- oder Zeilenverzögerungen in Abhängigkeit davon verwenden, ob die horizontale oder vertikale Filterung erforderlich ist.

Fig. 9 zeigt eine Form von Mitteln zur Frequenztrennung. Eingangsvideodaten 20 werden zu einer komplementären Tiefpaß- und Hochpaßfilteranordnung 22 geliefert, wo sie in zwei horizontale Bänder aufgespalten werden, wobei FIR-Filter mit Abtastverzögerungen verwendet werden. Die aufgespalteten Daten werden dann zu einer weiteren Tiefpaß- und Hochpaßfilteranordnung 24 geliefert, wo sie weiter in zwei vertikale Bänder aufgespalten werden, wobei FIR-Filter mit Zeilenverzögerungen verwendet werden. Die Daten, die von der Filteran-

ordnung 24 geliefert werden, werden mit verschachtelten hohen und niedrigen Komponenten abtast-multiplext, wie in der anhängigen britischen Patentanmeldung 9118167.7 (Sony Broadcast & Communications Limited) beschrieben wurde. Dabei wird das Bild in einen Teilbildspeicher (FS) 26 geschrieben, der dazu dient, dieses aus der Abtast-Multiplexform in die Form umzusetzen, die nach der Stufe 1 in Fig. 5 gezeigt ist.

Die niedrigste horizontale und vertikale Frequenzkomponente von den Primärkomponenten, die im Feldspeicher 26 gespeichert sind, wird dann einer zweiten Stufe eines horizontalen und vertikalen Frequenzaufspaltens durch die Hochpaß- und Tiefpaßfilteranordnung 28, 30 unterworfen: Die Hochpaß- und Tiefpaßfilteranordnung 28, 30 wird für die restlichen Primärkomponenten mit Ausnahme der niedrigsten horizontalen und vertikalen primären Frequenzkomponente unbrauchbar gemacht. Das Ausgangssignal von der Filteranordnung 30 wird in den Feldspeicher (Teilbildspeicher FS) 31 geschrieben, wo es von der Abtast-Multiplexform in die Form transformiert wird, die nach der Stufe 2 in Fig. 5 gezeigt ist.

Fig. 10 zeigt eine weitere Ausführungsform der Einrichtung zur Frequenztrennung. Bei dieser Ausführungsform werden Eingangsdaten 20 einer ersten Stufe einer horizontalen Frequenztrennung durch die Filteranordnung 22 (Abtastverzögerungen) unterworfen, und dann wird die niedrigere horizontale Frequenzkomponente alleine in einer zweiten Stufe einer horizontalen Frequenztrennung durch die Filteranordnung 25 unterworfen. Die Daten werden in den Feldspeicher (FS) 27 geschrieben, wo sie von ihrem Abtast-Multiplexformat in ein Format transformiert werden, bei dem die unterschiedlichen horizontalen Frequenzkomponenten getrennt sind.

Die Daten vom Feldspeicher 27 werden dann umgestellt und laufen über eine erste Stufe einer vertikalen Filterung durch die Filteranordnung 23 (Abtastverzögerungen können verwendet werden, da die Daten umgestellt wurden; dies kann einfacher erfüllt werden, als das Puffern für diese vorzusehen, welches für Zeilenverzögerungen notwendig ist), und dann werden die niedrigeren vertikalen Frequenzkomponenten alleine einer zweiten Stufe einer vertikalen Frequenztrennung durch die Filteranordnung 29 unterworfen. Das Ausgangssignal von der Filteranordnung 29 wird in einen Feldspeicher 31 (Teilbildspeicher FS) geschrieben, wo es in das gezeigte Format zurück-angeordnet wird. Eine Folge beider Stufen der horizontalen Filterung, die vor der vertikalen Filterung durchgeführt wird, ist die, daß die niedrige horizontale und hohe vertikale räumliche Frequenzkomponente von Fig. 9 nun in zwei horizontale Komponenten aufgespalten wird, da in dem Zeitpunkt der zweiten Stufe der horizontalen Filterung es noch nicht irgendeine vertikale Frequenztrennung gab, die dazu verwendet werden könnte,

dieses Extra-Aufspalten zu vermeiden. Die effektiven Quantisierungsschritte, die für diese beiden Bereiche angewandt werden, sind durch einen Faktor von $2^{1/2}$ bevorzugt gegenüber 2 als Ergebnis der Extrastufe der horizontalen Verminderung eingestuft.

Fig. 11 zeigt ein Aufzeichnungs- und Wiedergabegerät 32. Eingangsdaten 34 werden zu einer Wavelet-Dezimierungseinheit 36 geliefert, wo sie einer Frequenztrennung, wie in Fig. 5 gezeigt ist, unterworfen werden. Die frequenz-getrennten Daten werden dann durch einen Demultiplexer 38 auf vier separaten Verarbeitungskanälen A, B, C, D demultiplext, wobei benachbarte Abtastungen innerhalb der Matrix von Abtastungen in unterschiedlichen Kanälen angeordnet werden, wie schematisch unter dem Demultiplexer 38 in Fig. 11 gezeigt ist.

Die vier Kanäle von demultiplexten Daten A, B, C, D werden dann zu einem Quantisierer 40 geliefert, wo sie einer individuellen Kanalquantisierung unterworfen werden, wobei die Quantisierungsschrittbreiten, die in Fig. 6 angegeben wurden, verwendet werden, und zwar in Abhängigkeit davon, welche Frequenzkomponente die Daten, die gerade verarbeitet werden, ihren Ursprung haben, und von den erforderlichen Gesamtdaten.

Die quantisierten Daten werden dann zu einem Entropie-Codierer 42 geliefert, wo sie der Lauflängen- und Huffman-Codierung unterworfen werden. Der Entropie-Codierer 42 verwendet verschiedene Codiertabellen für die verschiedenen Frequenzkomponenten.

Die frequenz-transformierten, demultiplexten, quantisierten und entropie-codierten Daten werden dann in Datenblöcke durch einen Kanalcodierer 44 verpackt. Diese Datenblöcke werden dann über einen Bandtransportmechanismus auf ein Magnetband 46 geschrieben.

Als Alternative zu oben können die DC-Komponentendaten einer Differential-Codierung (DCPM) unterworfen werden, um die Codierwirksamkeit zu bessern. Diese DC-Werte werden üblicherweise durch 12 Bitzahlen dargestellt. Die Unterschiede werden als Modulo 2^{12} -Werte unabhängig davon codiert, ob diese positive oder negative Differenzen sind. Beim Decodieren wird die Differenz der laufenden 12-Bitzahl hinzugefügt, wobei irgendwelche Trägerbits ignoriert werden. Auf diese Weise kann eine negative Differenz dadurch erzielt werden, daß eine große Zahl addiert wird, die die Gesamtzahl über einen Bitträger annimmt und ein Modulo 2^{12} -Ergebnis zurückkehrt, welches niedriger ist als die vorherige Gesamtzahl. Die Vermeidung der Notwendigkeit negative Differenzen mit einem Vorzeichenbit oder dgl. auszustatten, vereinfacht den Aufbau.

Die Datenblöcke, die aus dem Magnetband 46 zurückgewonnen werden, werden durch einen Kanaldecodierer 48 gelesen, der einen ersten Fehlerkorrekturpegel versucht und diejenigen Daten markiert, die einem Fehler unterworfen sind. Der Kanaldecodierer liefert die

Daten dann zu einem Wiedergabespeicher und einem Zeitbasiskorrekturorgan 50. Der Wiedergabespeicher und das Zeitbasiskorrekturorgan 50 erlaubt, daß ein Bild produziert wird, wenn nur einige der Daten zurückgewonnen werden, wobei die Daten, die vorher in den Wiedergabespeicher geschrieben sind, verwendet werden.

Die Daten vom Wiedergabespeicher und Zeitbasiskorrekturorgan 50 werden zu einem Entropie-Decodierer 52 geliefert, wo sie in einer komplementären Weise zum Codierprozeß, der durch den Entropie-Codierer 42 angewandt wurde, decodiert werden. Der Entropie-Decodierer 52 verwendet auswählbare Decodiertabellen in Abhängigkeit davon, welche Frequenzkomponente die Daten, die decodiert werden, den Ursprung haben.

Das Ausgangssignal vom Entropie-Decodierer 52 wird zu einem Dequantisierer 54 geliefert, der die decodierten Daten dequantisiert, wobei eine Dequantisierungsschrittbreite komplementär zu der verwendet wird, die für die Frequenzkomponente angewandt wurde, die durch den Quantisierer 40 verarbeitet wurde.

Das Ausgangssignal vom Dequantisierer 52 wird zu einem Multiplexer 56 geliefert, wo die vier Kanäle A, B, C, D kombiniert werden und dann zu einer Fehlerverbergungseinheit 58 geliefert. Die Fehlerverbergungseinheit 59 führt eine Fehlerverbergung für diejenigen Abtastungen durch, die durch den Kanaldecodierer 48 als fehlerhaft "ausgeflaggt" sind, wobei eine wählbare Strategie von Interpolationsersatzwerten von Umgebungswerten verwendet wird. Die Strategie kann in Abhängigkeit davon verwendet werden, welche Frequenzkomponente, bei der der Fehler verborgen wurde, vorhanden ist.

Das Ausgangssignal von der Fehlerverbergungseinheit wird zur Wavelet-Rekonstruktionseinheit 60 geliefert, wo die Daten von dem räumlichen Frequenzbereich in den räumlichen Bereich durch eine komplementäre Matrix von Interpolationsfiltern in Frequenztrennfilter in der Wavelet-Dezimierungseinheit 36 transformiert werden. Das Ausgangssignal 62 von der Wavelet-Rekonstruktionseinheit ist ein reproduziertes Bild im räumlichen Bereich.

Fig. 12 zeigt einen Datenblock des Typus, in welchem die Bilddaten aufgespalten sind und auf dem Magnetband 46 von Fig. 11 aufgezeichnet sind. Dieser Datenblock umfaßt ein festes Synchronisationsmuster 64 von zwei Bytes, einen Kanalidentifizierer 66 von zwei Bytes (der anzeigt, von welchem der Kanäle A, B, C, D die Daten stammen), einen Entropie-Codieridentifizierer 68 von vier Bytes, der anzeigt, welche Entropie-Codiertabelle für die folgenden Videodaten 70 verwendet wurden. Der Entropie-Codieridentifizierer 68 identifiziert außerdem die Position der folgenden Daten im räumliche Frequenzbereich und stillschweigend die verwendete Quantisierungsschrittbreite für die folgenden Videodaten 70. Die Videodaten

23.08.99

sind ungefähr 120 Bytes lang, auf denen 8 Bytes von Fehlerkorrekturdaten 72 folgen, was insgesamt den Block von Fig. 12 darstellt.

5. Der Blockaufbau von Fig. 12 erlaubt es, daß die Blöcke unabhängig voneinander sind, so daß, wenn einige der Datenblöcke zurückgewonnen werden (beispielsweise während einer Shuttle-Wiedergabe), diese dennoch decodiert und in der geeigneten Position innerhalb des Wiedergabespeichers und des Zeitbasiskorrekturorgans 50 von Fig. 11 angeordnet werden können.

SONY UNITED KINGDOM LIMITED

EP 93 305 592.3-2202

693 24 538-7-08

Patentansprüche

5

1. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät, welches eine Einrichtung zur Aufzeichnung von Videodaten auf einem Magnetband aufweist, mit:

einem Videodaten-Kompressionsgerät, welches umfaßt:

eine Einrichtung zur Frequenztrennung (36) von Eingangsvideodaten in eine oder

10 mehrere Primärkomponenten (4, 5, 6), wobei jede einen Bereich eines räumlichen Frequenzinhalts innerhalb der Eingangsvideodaten darstellt, wobei M Frequenztrennstufen verwendet werden, und mehrere Sekundärkomponenten (0, 1, 2, 3), wobei jede einen Bereich eines räumlichen Frequenzinhalts innerhalb der Eingangsvideodaten darstellt, wobei die Sekundärkomponenten höhere räumliche Frequenzen als die Primärkomponenten aufweisen, wobei N Frequenztrennstufen verwendet werden, wobei N größer als M ist; und

15 einen Quantisierer (40) zum Quantisieren jeder der Primärkomponenten mit einer Primärquantisierung-Schrittbreite Q_1 und zum Quantisieren jeder der Sekundärkomponenten mit einer Sekundärquantisierung-Schrittbreite Q_2 , wobei Q_1 und Q_2 im wesentlichen gegeben sind durch:

20 $Q_1 = K_1/R(f_1)$ und $Q_2 = K_2/R(f_2)$, mit

$R(f_s)$ = relative menschliche Wahrnehmungs-Empfänglichkeit bei unterschiedlichen räumlichen Frequenzen f_s ,

f_s = räumliche Frequenz in Zyklus pro Grad des Wahrnehmungswinkels,

25 f_1 = eine räumliche Frequenz, die diejenige Primärkomponente, die quantisiert wird, darstellt,

f_2 = eine räumliche Frequenz, die diejenige Sekundärkomponente, die quantisiert wird, darstellt, und

K_1 und K_2 Konstanten sind, wobei $K_1 > K_2$, und

eine Einrichtung zur Wiedergabe von Videodaten, mit

30 einem Videodaten-Dekompressionsgerät, welches umfaßt:

einen Dequantisierer (54) zur Dequantisierung jeder der einen oder mehreren Primärkomponenten mit der Primärquantisierung-Schrittbreite Q_1 und zur Dequantisierung jeder

der mehreren räumlichen Sekundärfrequenzkomponenten mit der Sekundärdequantisierung-Schrittbreite Q_2 ; und

eine Einrichtung zur Frequenzkombinierung (60) der dequantisierten Primärkomponenten mit M Frequenzkombinationsstufen und der dequantisierten Sekundärkomponenten mit N Frequenzkombinationsstufen; und außerdem umfaßt

Multikanalaufzeichnungs- und Wiedergabeköpfe;

einen Demultiplexer (38) zum Aufspalten von benachbarten Abtastungen innerhalb jeder der Primärkomponenten und der Sekundärkomponenten zwischen verschiedenen Aufzeichnungskanälen (A, B, C, D); und

einen Multiplexer (56) zum Kombinieren der Abtastungen von den unterschiedlichen Wiedergabekanälen, um jede der Primär- und der Sekundärkomponenten umzuformen.

2. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach Anspruch 1, wobei das Videodaten-Kompressionsgerät einen Entropie-Codierer (42) zur Entropie-Codierung der quantisierten Primär- und Sekundärkomponentendaten aufweist, die vom diesen Quantisierer mit einer auswählbaren von mehreren Codiertabellen geliefert werden.

3. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei innerhalb des Videodaten-Kompressionsgeräts die Sekundärkomponenten durch weiteres Trennen einer oder mehrerer Primärkomponenten erzeugt werden.

4. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, wobei $R(f_s)$ im wesentlichen gegeben ist durch:

$$R(f_s) = a * (1 - e^{-b \cdot f_s}) * (e^{-c \cdot f_s} + (0,33 * e^{-0,33 \cdot c \cdot f_s})), \text{ mit}$$

$$0,8 < a < 1,2$$

$$1,4 < b < 1,8 \text{ und}$$

$$0,3 < c < 0,5$$

5. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach Anspruch 4, wobei die Videodaten Luminanzvideodaten sind.

6. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach einem der Ansprüche 4 und 5, wobei $a = 1,0$, $b = 1,6$ und $c = 10,4$.

7. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches eine Einrichtung zur Differentialcodierung von DC-Komponentendaten umfaßt, wobei Modulo-Additionen verwendet werden, bei denen Überträge ignoriert werden, um sowohl positive als auch negative Differenzen darzustellen.

8. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, wobei $R(f_s)$ im wesentlichen gegeben ist durch:

$$R(f_s) = a * (1 - e^{-b \cdot f_s}) * e^{-c \cdot f_s}, \text{ mit}$$

$$1,15 < a < 1,55.$$

$$1,4 < b < 1,8 \text{ und}$$

$$0,25 < c < 0,45.$$

9. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach Anspruch 8, wobei die Videodaten Blau-Farbdifferenz-Chrominanzvideodaten sind.

10. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach einem der Ansprüche 8 und 9, wobei $a = 1,35$, $b = 1,6$ und $c = 0,35$.

11. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, wobei $R(f_s)$ im wesentlichen gegeben ist durch:

$$R(f_s) = a * (1 - e^{-b \cdot f_s}) * e^{-c \cdot f_s} \text{ mit}$$

$$1,5 < a < 1,9$$

$$1,4 < b < 1,8 \text{ und}$$

$$0,5 < c < 0,7$$

12. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach Anspruch 11, wobei die Videodaten Rot-Farbdifferenz-Chrominanzvideodaten sind.

13. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach einem der Ansprüche 11 und 12, wobei $a = 1,7$, $b = 1,6$ und $c = 0,6$.

14. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei $M = 1$ und $N = 2$.

15. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei K_1/K_2 im wesentlichen gleich 2 ist.

16. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei innerhalb des Videodaten-Kompressionsgeräts die Einrichtung zur Frequenztrennung die Eingangsvideodaten in drei Primärkomponenten (4, 5, 6) trennt, die einen hohen räumlichen Frequenzbereich dieser Videodaten darstellen, und in vier Sekundärkomponenten (0, 1, 2, 3), die einen niedrigen räumlichen Frequenzbereich dieser Videodaten darstellen.

17. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach Anspruch 16, wobei die Primärkomponenten eine räumliche Auflösung haben, die das zweifache der der Sekundärkomponenten ist.

18. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei innerhalb des Videodaten-Kompressionsgeräts die Einrichtung zum Trennen eine Verzweigungshierarchie von Tiefpaß- und Hochpaßfiltern umfaßt.

19. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach Anspruch 18, wobei die Tiefpaß- und Hochpaßfilter komplementäre FIR-Filter (Filter ohne Signalführung) umfassen.

20. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Videodaten-Dekompressionsgerät außerdem aufweist einen Entropie-Decodierer zur Entropie-Decodierung von komprimierten Daten in die quantisierten Primärkomponenten und die quantisierten Sekundärkomponenten mit einer auswählbaren von mehreren Decodiertabellen.

21. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches einen Datenformatierer zur Formatierung der komprimierten Daten in

Datenblöcke umfaßt, wobei jeder einen Datenkopf enthält, der eine räumliche Frequenzbereichsposition identifiziert, auf die die komprimierten Daten innerhalb des Blocks sich beziehen.

5

22. Videodatenaufzeichnungs- und Wiedergabegerät nach Anspruch 21, wobei jeder Block Fehlerkorrekturdaten für diesen Block umfaßt.

23.05.99

1/7

SONY U.K.ltd.
93 305 592.3
693 24 538.7-08

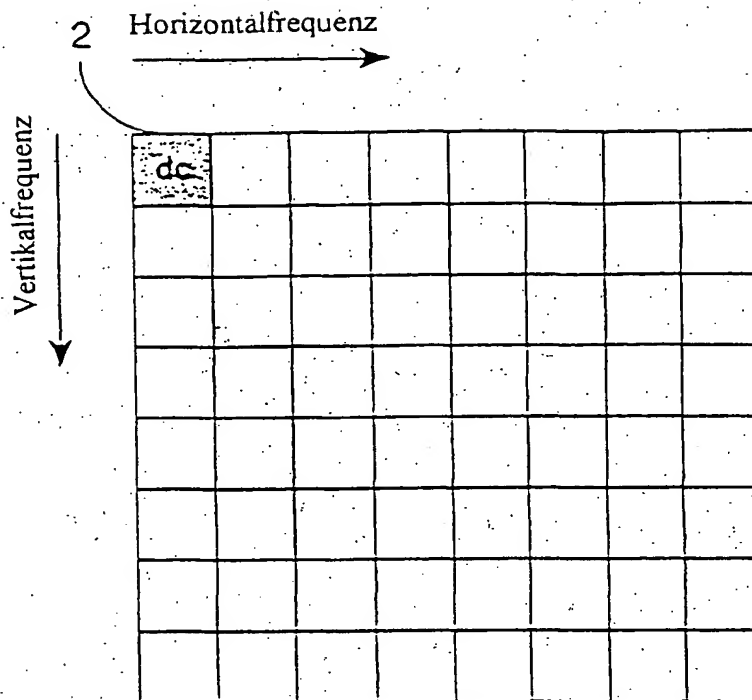


Fig.1

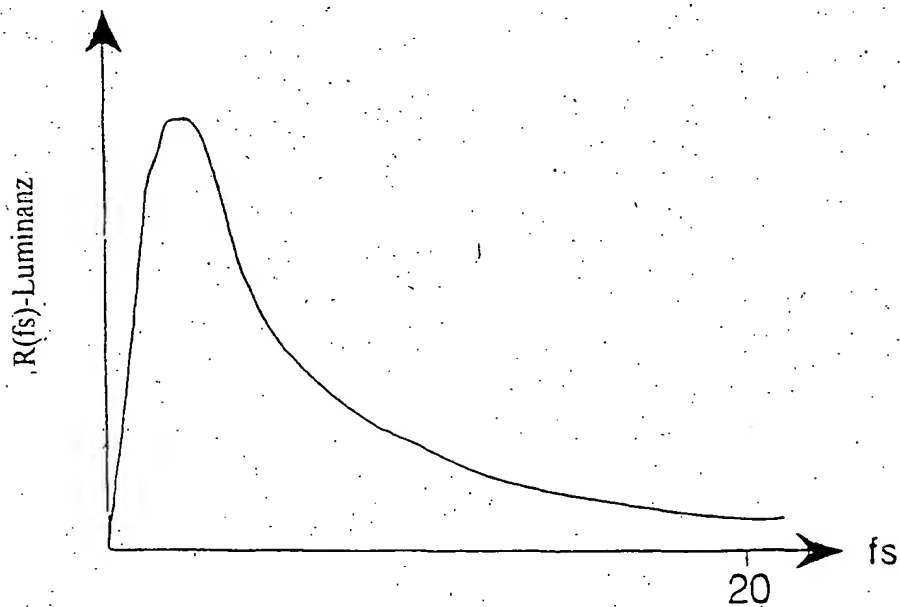


Fig.2

23.05.99

27

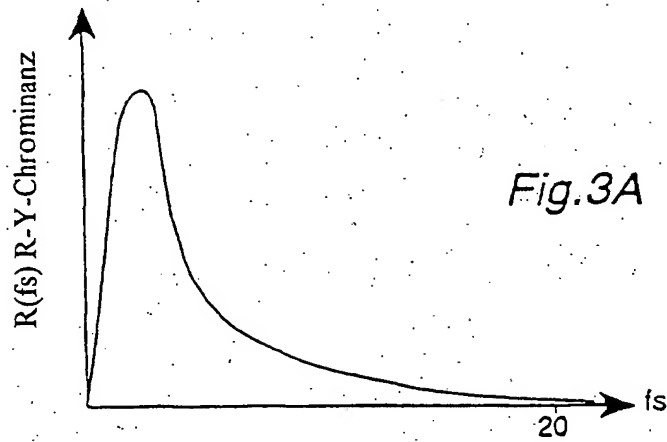


Fig.3A

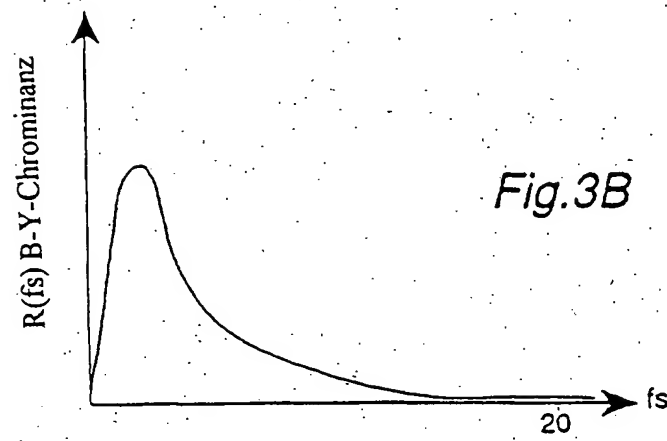


Fig.3B

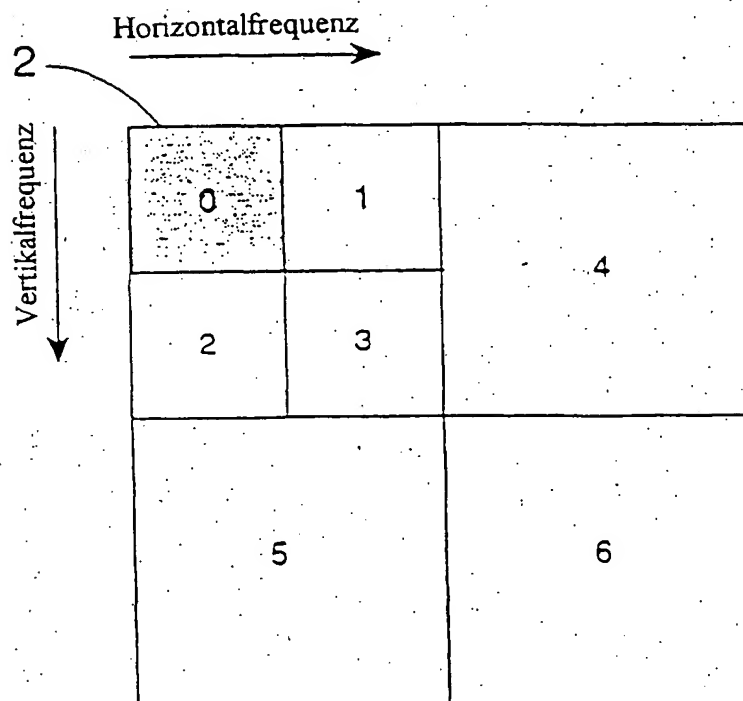
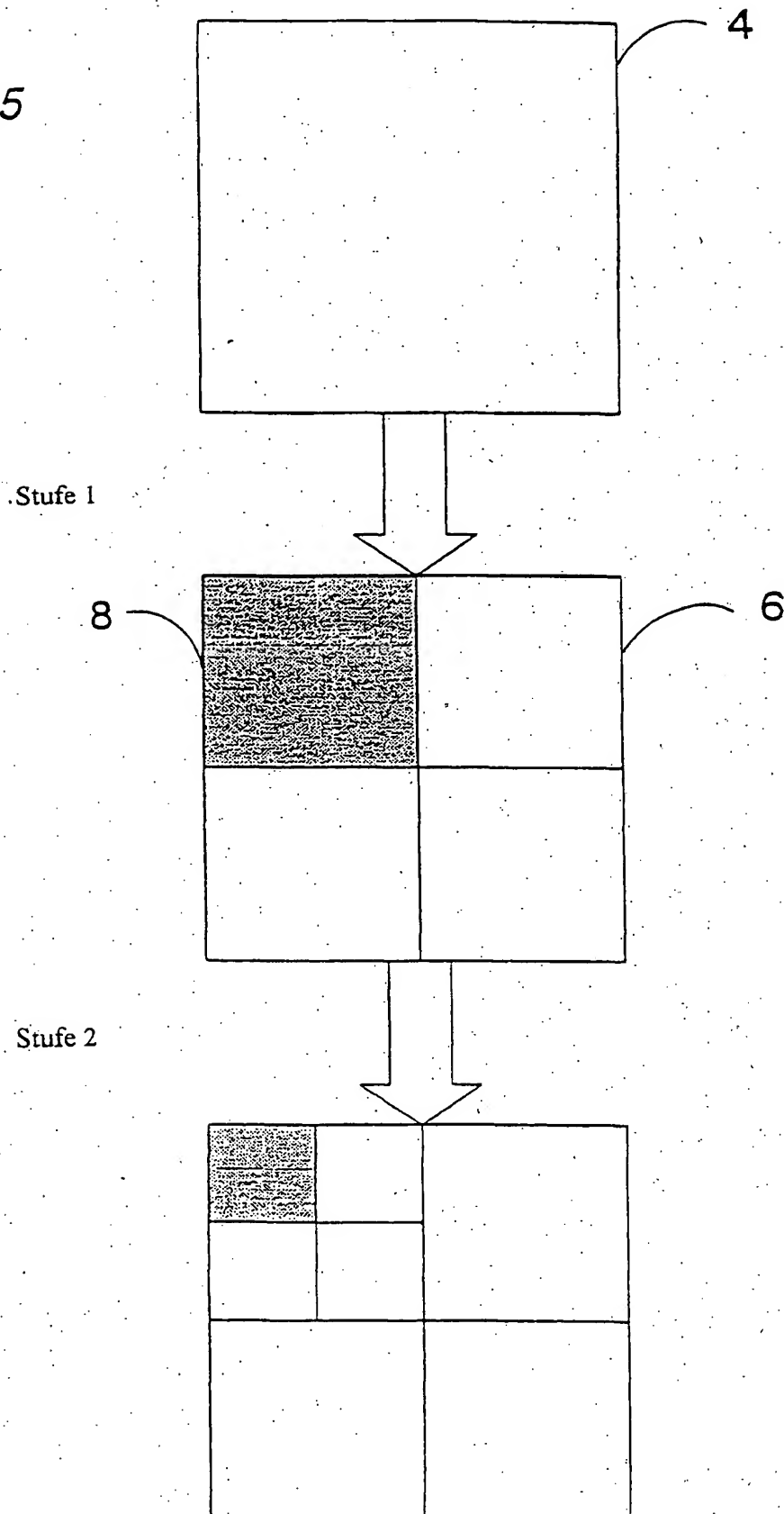


Fig.4

Fig.5



23.08.99

4/7

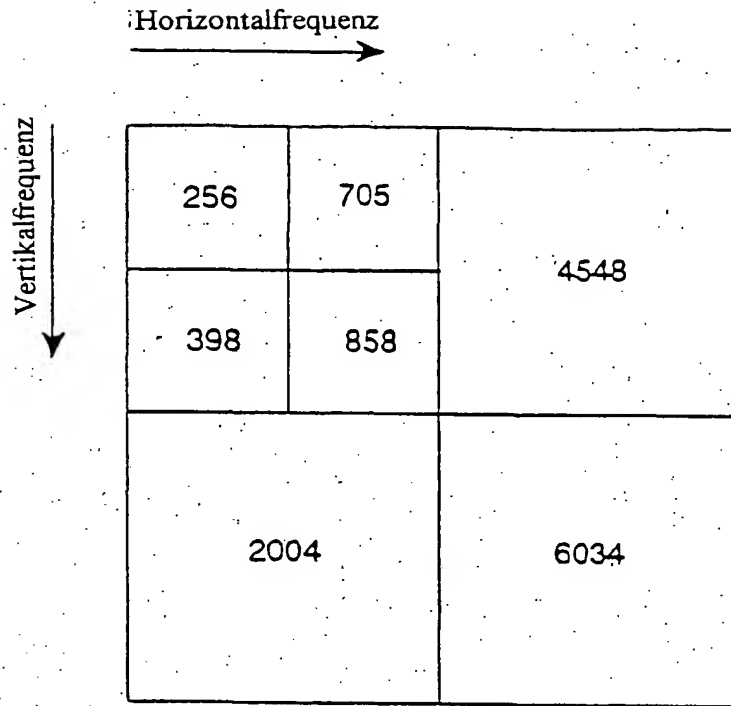


Fig.6

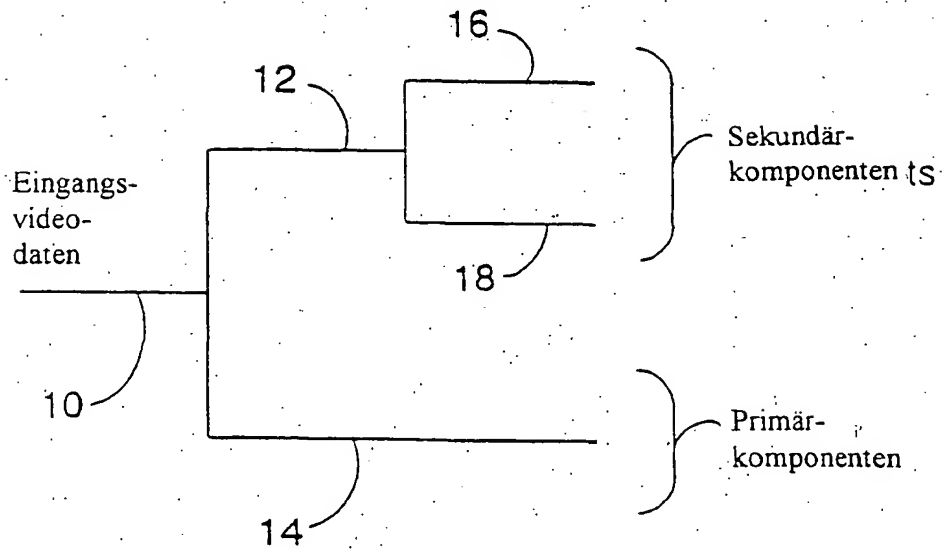


Fig.8

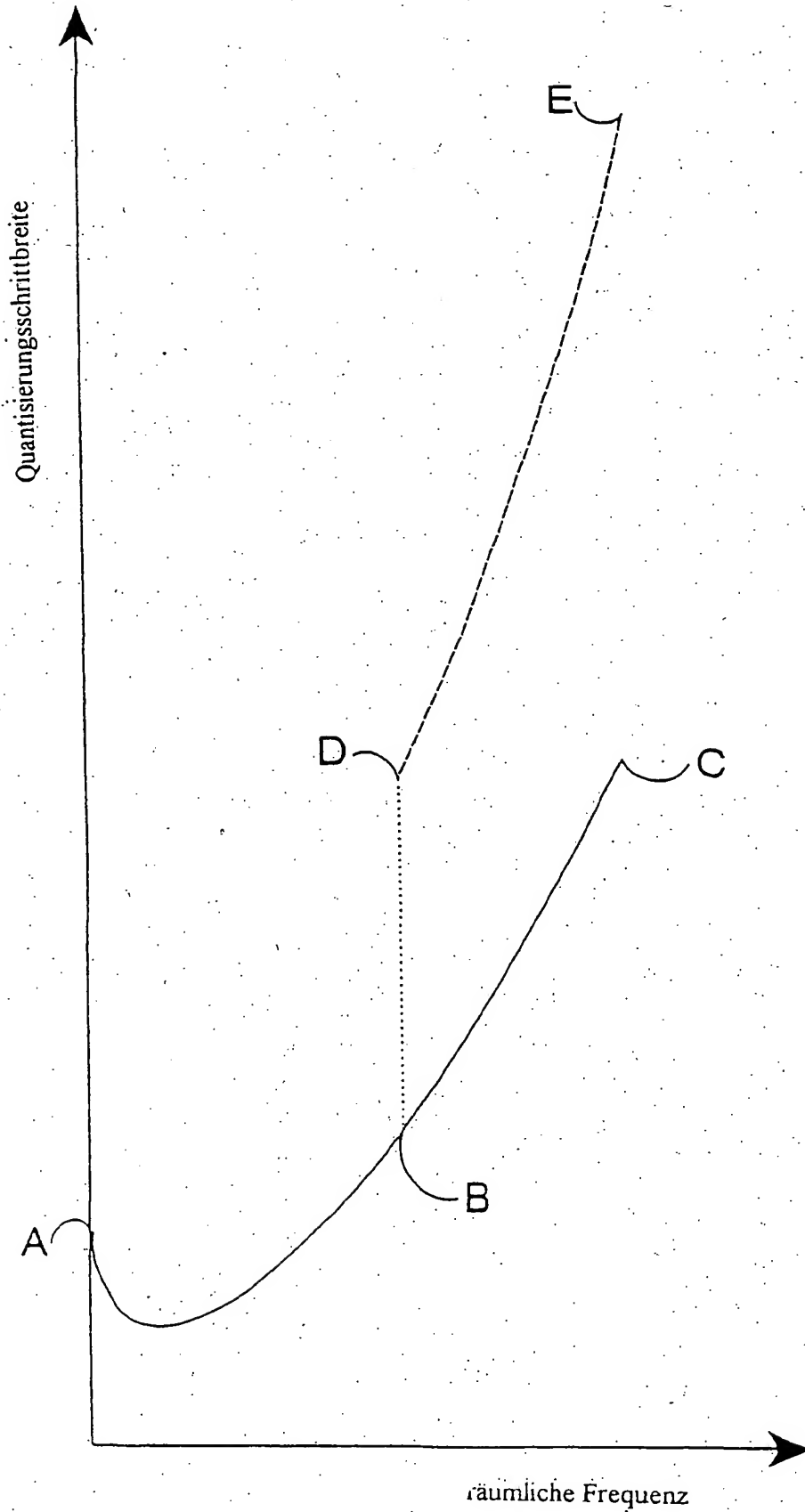


Fig.7

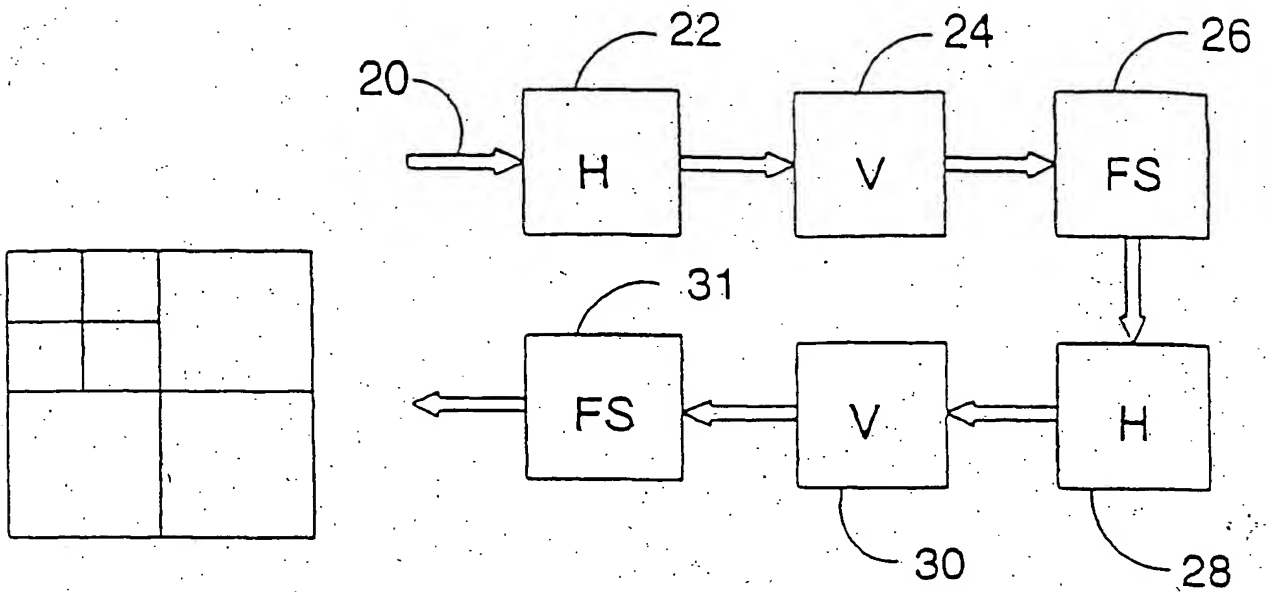


Fig. 9

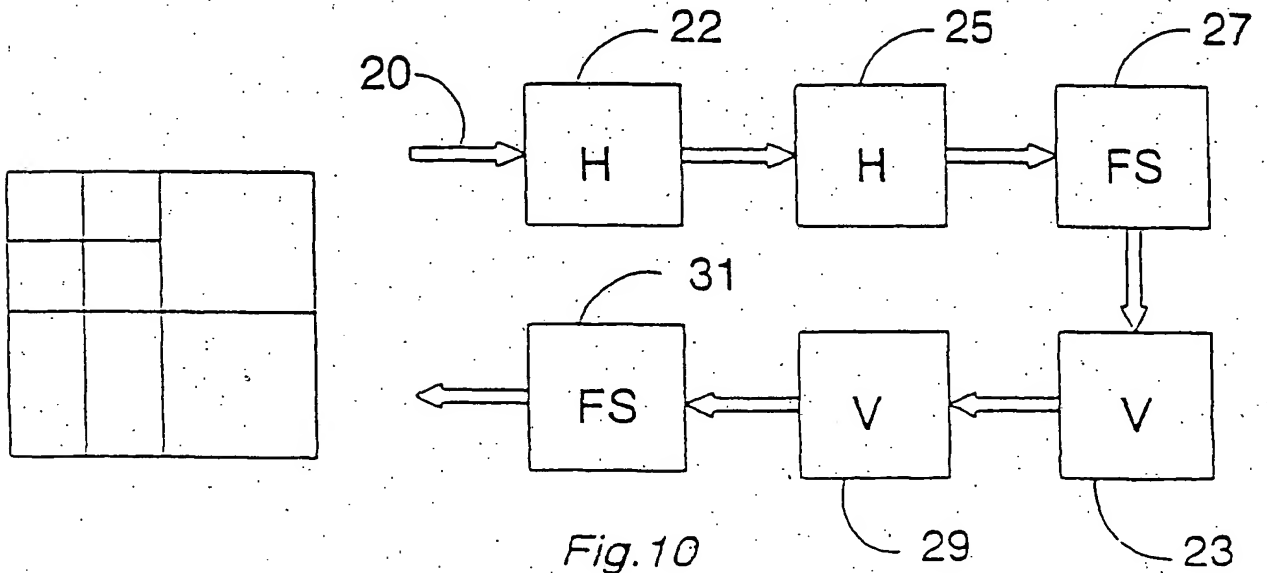


Fig. 10

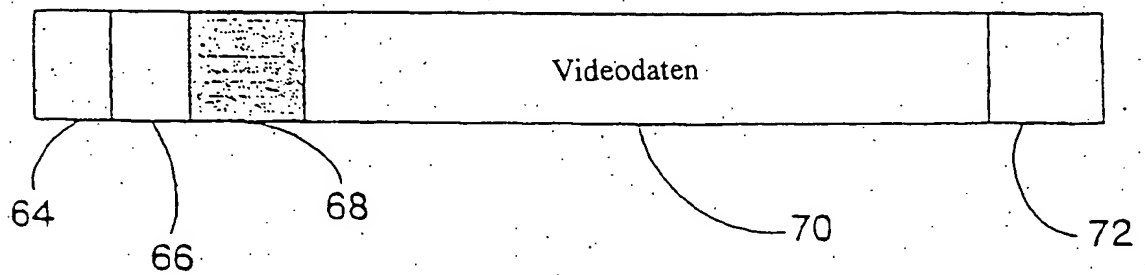


Fig. 12

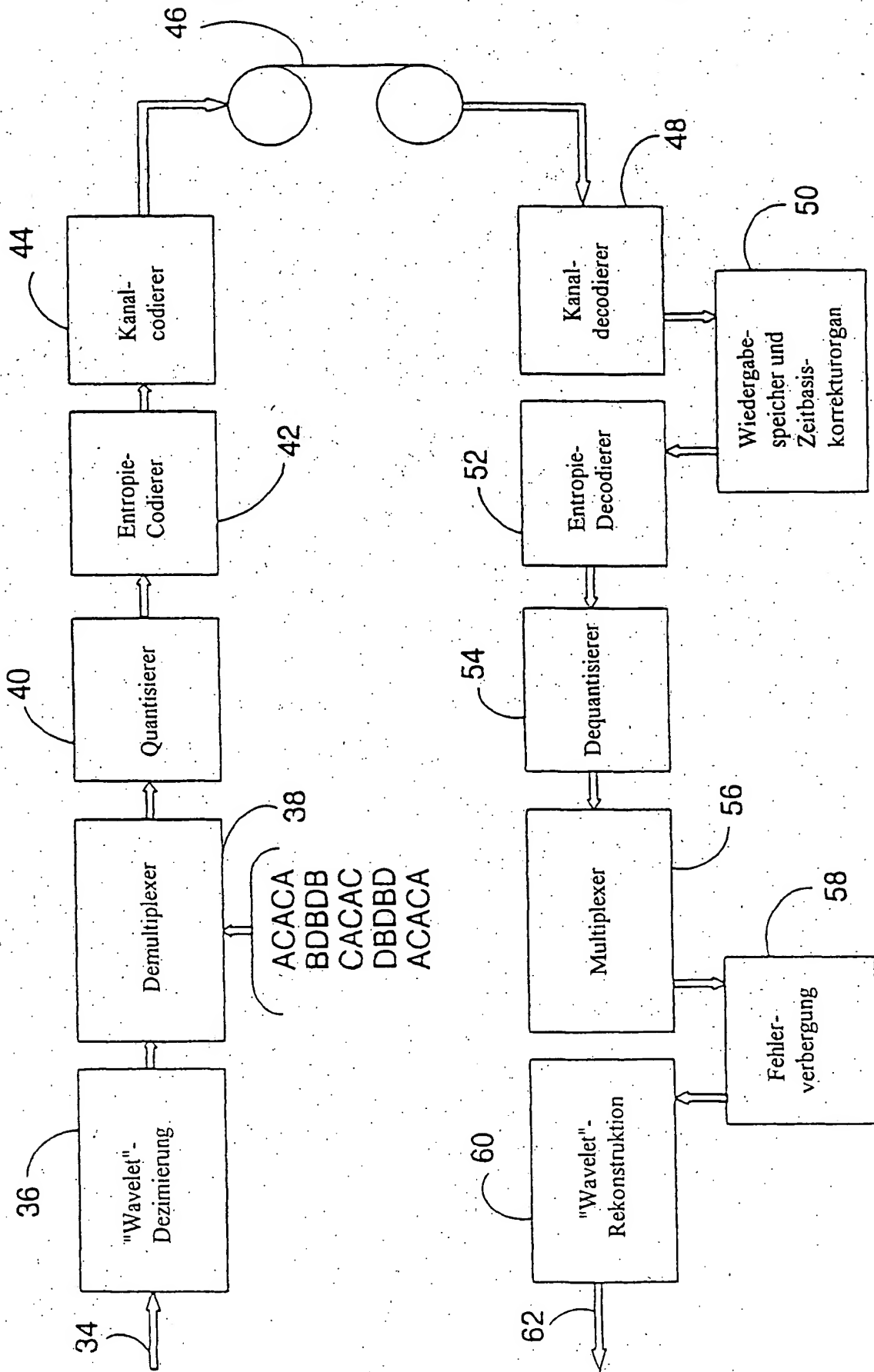


Fig. 11

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.